Atomic Energy Control Board
P.O. Box 1046
Ottawa, Canada
K1P 5S9

Commission de contrôle de l'énergie atomique
C.P. 1046
Ottawa, Canada
K1P 5S9

INFO-0234-1

FOLLOW-UP TO THE ACCIDENT AT CHERNOBYL AND ITS IMPLICATIONS FOR THE SAFETY OF CANDU REACTORS

by

Atomic Energy Control Board

May 1990

Canada

Report

EXECUTIVE SUMMARY

This report updates the status of the nine recommendations arising from the AECB staff review of the Chernobyl accident (INFO 0234). Six of the nine recommendations have been satisfactorily responded to by the Canadian nuclear utilities and are considered to be closed. Any follow-up actions arising from the responses to the recommendations will be addressed as part of the continuing licensing process. Of the remaining three, one concerns the effectiveness of the reactor shutdown systems under unusual circumstances. Satisfactory progress is being made. The other two outstanding items concern reviews of emergency and fire fighting practices. Again, satisfactory progress is being made but the response to the recommendations is not yet complete. Each recommendation is discussed separately in the body of this report.

Contents

		Page
1.	Introduction	1
2.	Reactor Design Concepts	1
	2.1 Nuclear Fission	1
	2.2 Reactivity	2
	2.3 Void Reactivity	2
3.	AECB Staff Recommendations	2
	3.1 Recommendation 1	2
	3.1.1 Rationale	2
	3.1.2 Action Taken	3
	3.1.3 AECB Staff Position	4
	3.2 Recommendation 2	4
	3.2.1 Rationale	4
	3.2.2 Actions Taken	5
	3.2.3 AECB Staff Position	5
	3.3 Recommendation 3	6
	3.3.1 Rationale	6
	3.3.2 Actions Taken	6
	3.3.3 AECB Staff Position	7
	3.4 Recommendation 4	8
	3.4.1 Rationale	8
	3.4.2 Action Taken	8
	3.4.3 AECB Staff Position	9
	3.5 Recommendation 5	9
	3.5.1 Rationale	9
	3.5.2 Actions Taken	9
	3.5.3 AECB Staff Position	9
	3.6 Recommendation 6	9
	3.6.1 Rationale	10
	3.6.2 Actions Taken	10
	3.6.3 AECB Staff Position	12
	3.7 Recommendation 7	12
	3.7.1 Rationale	12
	3.7.2 Actions Taken	12
	3.7.3 AECB Staff Position	13
	3.8 Recommendation 8	13
	3.8.1 Rationale	14
	3.8.2 Action Taken	14
	3.8.3 AECB Position	14
	3.9 Recommendation 9	14
	3.9.1 Rationale	14
	3.9.2 Action Taken	14
	3.9.3 AECB Staff Position	15
4.	Conclusion	15
5.	References	16

FOLLOW-UP TO THE ACCIDENT AT CHERNOBYL AND ITS IMPLICATIONS FOR THE SAFETY OF CANDU REACTORS

1. Introduction

On April 26, 1986, a serious accident occurred at the fourth unit of the nuclear power reactor complex at Chernobyl, in the Ukrainian Soviet Socialist Republic. The accident caused the death of 31 plant workers and firemen within the first few days and the release of large quantities of radioactive materials which spread over the surrounding area and, to a lesser extent, to other parts of the USSR and to other countries.

In August 1986, a delegation of Canadians, including two members of the staff of the AECB, attended a post-accident review meeting in Vienna, at which Soviet representatives described the accident and its causes and consequences. On the basis of the information presented at that meeting, AECB staff conducted a study of the accident to ascertain its implications for the safety of CANDU nuclear reactors and for the regulatory process in Canada. Subsequently, AECB report (INFO-0234) was published in May 1987. That report summarized the design of the Chernobyl reactor, the events leading up to the accident, and its consequences. It compared design features of the Chernobyl reactors with those of CANDU reactors. Finally, it discussed implications of the Chernobyl accident for the safety and regulation of CANDU reactors in Canada, from the perspective of the Atomic Energy Control Board.

In the report, AECB staff concluded that there is no important new information which would have a major effect on the licensing requirements for CANDU reactors as presently applied by the AECB. All important aspects of the accident and its causes have been considered by the AECB in the licensing process for currently licensed reactors. In order to reinforce this conclusion, AECB staff made nine recommendations relating to the re-examination, by the designers and operators of Canadian nuclear reactors and the AECB, of pertinent safety aspects of CANDU reactors and increased vigilance in other areas. The present report summarizes AECB staff follow-up to these nine recommendations.

2. Reactor Design Concepts

In order to explain the events which caused the Chernobyl accident, it is necessary to introduce the following fundamental aspects of the design of nuclear reactors.

2.1 Nuclear Fission

The basic function of a power reactor is to provide the conditions necessary for splitting atoms of uranium and for utilizing the large quantities of heat produced in this way to generate electricity. The splitting, or fission process, as it is termed, occurs when a neutron travelling at a relatively low speed collides with a uranium nucleus. Immediately following a fission, some (usually 2 or 3) additional fast neutrons are released, which may, after being slowed down by repeated collisions with a suitable material, collide with another uranium nucleus to cause another fission. By controlling the extent to which this chain reaction is able to multiply successive generations of neutrons it is possible to control the reactor at a constant power level.

2.2 Reactivity

An important concept which is used to express the effectiveness of control rods or other absorption mechanisms is their reactivity worth.

Reactivity is a measure of the rate at which a reactor will increase or decrease the number of fissions and consequently the power generated in the fuel. The reactivity of a reactor varies mainly as a result of the amount of absorption that neutrons encounter as they diffuse through the moderator before colliding with another uranium atom. A reactor is said to be "critical" when this absorption is just sufficient to remove the extra neutrons created during a fission, leaving one neutron to sustain the chain reaction.

The unit of reactivity used in Canada and subsequently in this report is the milli-k which is further abbreviated to "mk".

2.3 Void Reactivity

An important factor which had a significant impact on the accident is the effect of the steam content in the coolant channels on the absorption of neutrons within the core. As the coolant is heated by an increase in power, it forms steam, which causes its density to decrease. The resulting reduction in neutron absorption increases reactivity, which further increases power and reduces density. This process is referred to as the positive void reactivity effect, and it has the potential, if not controlled, to cause a very rapid increase in reactor power.

3. AECB Staff Recommendations

Section 9 of AECB report INFO-0234 listed nine recommendations relating to the re-examination of pertinent safety aspects of CANDU reactors and increased vigilance in other areas. In the following sections each of these recommendations is discussed, with respect to rationale for recommendation, summary of responses from Licensees and AECB staff position. When reference is made to "Licensees" it refers to Ontario Hydro, Hydro-Québec and the New Brunswick Electric Power Commission.

3.1 Recommendation 1

"The safety analyses of CANDU reactors should be re-examined by the reactor designers and operators to confirm that shutdown systems are sufficiently effective under all possible conditions. Particular attention should be given to events in which a rapid increase in the volume of steam in the fuel channels may occur, or in which there may be a rapid increase in reactivity."

3.1.1 Rationale

A feature of the design of the Chernobyl reactor which played a very important part in the accident was the positive void coefficient of reactivity. CANDU reactors also have a positive void coefficient of reactivity, although the effect is smaller (by about a factor of 3) than in the Chernobyl design when

operating at low power levels. In the accident at Chernobyl the emergency shutdown system was unable to act quickly enough to stop the increase in reactor power caused by the sudden increase in coolant void. If a rapid power increase were to occur in a CANDU reactor, the positive void coefficient could exacerbate the reactivity increase. However, a shutdown system operating as designed, would terminate the reactivity increase and prevent serious consequences from occurring.

All the commercial reactors in the world have ways of adding significant reactivity, regardless of whether the void coefficient is positive or negative, and therefore require shutdown systems to cope with accidents in which reactivity increases. Licensing requirements in Canada mandate that the design of all reactors must ensure that shutdown systems can act quickly enough, and add sufficient negative reactivity, to overcome the maximum reactivity which can be added in an accident.

3.1.2 Action Taken

Submissions L1.1 to L1.9 have been received from the Licensees for this recommendation.

Ontario Hydro Response

Ontario Hydro committed in References L1.1 to do the following:

a) update control failure analysis for all stations,

b) review accidents leading to coolant voiding to determine, if the existing set of analysis are bounding.

Item a) was submitted in References L1.6 to L1.9 for the Ontario Hydro plants and Item b) was submitted in Ref. L1.2.

Item a), the "Control failure analyses" include:

a) dual control computer failure
b) loss of reactivity control
c) loss of reactor power regulation
d) loss of heat transport pressure control
e) loss of feedwater and steam supply system process control.

The analyses demonstrate that the shutdown systems are fully effective for all these failures.

Item b) included an assessment of the reactivity insertion rates due to coolant voiding for Pickering "A". The assessment demonstrated that a large break loss of coolant accident from full power operating condition (which results in a rapid increase in the volume of steam in the fuel channel) bounds the range of uncontrolled reactivity insertion rates. Since the shutdown systems have been shown to be fully effective for large break loss of coolant accidents for all Ontario Hydro nuclear power reactors in analyses documented

in Safety Reports, it concludes that the present shutdown system designs are adequate.

Hydro-Québec and New Brunswick Electric Power Commission (NBEPC) Responses

For the NBEPC, (Point Lepreau) and the Hydro-Québec (Gentilly 2) reactors, the designer, Atomic Energy of Canada Limited (CANDU Operations), prepared the submission which was submitted under covering letters from the utilities (Refs L1.3 to L1.5). The conclusions of these submissions is similar to that from the Ontario Hydro submission, in that, the present shutdown system designs are adequate.

3.1.3 AECB Staff Position

Review of submissions for the Ontario Hydro Darlington Nuclear Generating Station have been completed and AECB staff agrees with the conclusions reached, that:

a) the shutdown systems are fully effective for all the postulated control failure accidents, and

b) a large break loss of coolant accident from full power operating conditions bounds the range of uncontrolled reactivity insertion rates and, therefore, the present shutdown system designs are adequate.

With respect to the other Ontario Hydro stations and the NBEPC and Hydro-Québec reactors, the analyses are very similar to that of the Darlington Nuclear Generating Station and AECB staff is confident that the conclusions reached for the Darlington Nuclear Generating Station are equally valid for these other reactors. AECB staff will complete its review of these documents as part of the continuing licensing process for these reactors.

The response to Recommendation 1 is complete. Follow-up actions will continue.

3.2 Recommendation 2

"Various configurations of reactivity devices in CANDU reactors should be examined by the reactor designers and operators to ensure that it is not possible to put the reactor into a condition in which the shutdown systems might be rendered less than adequately effective. This should include an examination of the capability of the shutdown systems under conditions in which there are spatial variations in reactivity."

3.2.1 Rationale

During the course of events, which eventually resulted in its destruction, the Chernobyl reactor was placed in a very unusual condition, in which control was difficult and the reactor was potentially very unstable. In essence, the reactor was being operated in an unapproved state, in which its shutdown system was rendered ineffective in preventing the large surge in power which ultimately led to the destruction of the reactor.

3.2.2 Actions Taken

Submissions L2.1 to L2.11 have been received from the Licensees for this recommendation.

Ontario Hydro Response

Ontario Hydro (Ref. L2.1) has submitted its response to this recommendation in two parts. The first of these is an assessment of the effectiveness of the shutdown systems for all its reactors under conditions in which the reactor flux distribution is distorted to its maximum extent. Two documents were submitted to satisfy this part. One of these, (Ref. L2.2) dealt with Pickering A while the other, (Ref. L2.3) referred to all other Ontario Hydro reactors.

The second part of Ontario Hydro's response to this recommendation addresses the potential for functional cross links between the reactor regulating system and shutdown system in the Pickering NGS A reactors. It refers to an earlier study (Ref. L2.4) that was done for stations with two shutdown systems and provides a new and similar analysis (Ref. L2.5) for Pickering A.

Hydro-Québec and NBEPC Responses

Hydro-Québec and NBEPC have submitted an analysis (Refs. L2.8 and L2.11) prepared by the designer, Atomic Energy of Canada Limited (CANDU Operations), to satisfy this recommendation. Additional information is provided in References L2.9 and L2.10. Only the analysis for shutdown system one (SDS1) is provided, the analysis for shutdown system two (SDS2) (TTR-224, Vol. 3) is expected to be submitted in early 1991.

3.2.3 AECB Staff Position

Ontario Hydro Plants

Review of the documents for the first part of the submission have been completed. The documents showed that the Pickering A reactors are not fully protected in certain unusual situations where there are large flux tilts in the core. Ontario Hydro has proposed the installation of an additional trip parameter which will eliminate the shortcomings. In the interim, adherence to operating procedures will overcome the potential deficiency.

AECB staff review of the documents for the second part of the submission has not commenced.

Hydro-Québec and NBEPC

AECB staff review of the documents submitted for Shutdown System One has not commenced. These documents conclude that Shutdown System One is fully effective for all cases studied. The analyses for Shutdown System Two is expected to be submitted in early 1991. Based on its review of the similar Ontario Hydro analysis AECB staff is confident that the outcome will prove to be satisfactory.

The response to this recommendation is incomplete, however, satisfactory progress is being made with its resolution.

3.3 Recommendation 3

"The safety of the Pickering 'A' reactors should be re-examined by Ontario Hydro and the AECB, particularly with respect to accidents involving failure of the reactor control system and loss-of-coolant accompanied by unavailability of the shutdown system."

3.3.1 Rationale

The four reactors at Pickering 'A' are different, since these reactors each have only one shutdown system. While there are two shutdown mechanisms, dumping of the heavy water moderator and insertion of neutron-absorbing rods, these mechanisms are not independent of each other and rely on common instrumentation. In addition, the dumping of the moderator is relatively slow. At the time when Pickering 'A' was originally licensed, there was not a requirement for two independent shutdown systems, but there was a requirement to analyze accidents in which a loss of reactor control or a loss of coolant was accompanied by complete failure of the shutdown system.

The original safety analysis for Pickering 'A' included analysis of this postulated accident, and it was concluded that doses to the public would not exceed the AECB reference dose limits. However, a detailed quantitative analysis was not performed. It was largely because of the speculative nature of such analyses that the requirement for a second shutdown system was subsequently introduced on later reactors.

3.3.2 Actions Taken

Submissions L3.1 to L3.5 have been received from Ontario Hydro for this recommendation. These submissions include:

a) a study to determine the minimum number of shut-off rods required to assure fuel channel integrity in the event of a large loss of coolant accident. It concludes that channel integrity is assured with a maximum of five most effective shut-off rods, or ten randomly selected shut-off rods unavailable for the most severe voiding transient.

b) a study to quantify the effectiveness of the moderator dump, when acting alone, in terminating loss of reactivity control, a loss of coolant or a loss of electrical power transient. It concludes that moderator dump is capable of terminating all reactivity transients, with the exception of that resulting from a large break LOCA.

c) a study to calculate the frequency of failure to shut down the reactor following various initiating events. It concludes that the total frequency of events involving failure to shut down is 6×10^{-6} per reactor year.

d) a re-assessment of the reliability of the shutdown system, using the latest assessment methodology. It concludes that the system meets its unavailability target.

e) an analysis of the consequences of failure to shut down following a large loss of coolant accident. It concludes that despite severe damage to the reactor, the structural integrity of the containment envelope is maintained (although the containment design pressure is exceeded) and that the off-site radiological consequences of this accident are not expected to be significantly different from other severe dual failure accidents analyzed.

3.3.3 AECB Staff Position

AECB staff has reviewed and commented on some of these submissions. One of the significant findings is that the aforementioned dual failure analysis was not done with the same degree of rigor as the licensing analysis, and therefore its conclusions do not command the same level of credibility. The most significant shortcomings and uncertainties in this analysis are as follows:

a) the detailed emergency core cooling system (ECCS) performance is not analyzed. Massive fuel melting is predicted and it is simply assumed that the water delivered by the emergency core cooling system will cool the molten fuel and the hot fuel channels.

b) the fact that massive fuel melting is predicted raises questions regarding the possibility and consequences of steam explosion and hydrogen deflagration. These questions are not addressed in the analysis.

c) in view of the severe consequences associated with multi-channel ruptures, damage to the recovery portion of the ECCS cannot be ruled out. This raises questions regarding long term cooling of the reactor core.

d) it is predicted that the containment design pressure will be exceeded and that cracking of the reactor building will occur. No evidence has been presented to support the claim that the cracks will reseal themselves following the over-pressure transient.

A meeting between AECB and Ontario Hydro staff was held in December 1988 to discuss the submissions received to date. At that meeting, Ontario Hydro was informed that, in view of the uncertainties in these submissions, it was unlikely that this matter could be satisfactorily resolved solely by further analytical effort and that, consequently, Ontario Hydro should investigate various design improvements which could be made to the existing shutdown capability. Ontario Hydro agreed to examine different design options and to report progress in early 1989.

Ontario Hydro was also advised to proceed expeditiously with the remaining analysis of loss of regulation combined with unavailability of shutdown system action.

In January 1990, Ontario Hydro submitted a design modification proposal and requested AECB approval in principle. The proposed design modification will provide a second independent set of instrumentation to actuate the shut-off rods and the moderator dump. Furthermore, for improvement of shut-off rod reliability, the 11 original shut-off rods and drive mechanisms will be replaced by rods and mechanisms similar to those in Pickering NGS-B.

In addition to the request for approval in principle, Ontario Hydro has also requested confirmation from the AECB that implementation of these modifications will negate the need for further analyses of or design modifications for serious process failures and failure to shutdown scenarios.

AECB staff is currently reviewing the proposal and the other design options examined but rejected by Ontario Hydro.

The response to this recommendation is complete. AECB staff will follow-up this matter as part of the continuing licensing process for Pickering NGS 'A'.

3.4 Recommendation 4

"Station operating procedures should be re-examined by plant owners to ensure that they require and receive sufficient review by all pertinent and responsible personnel before tests on safety-related equipment are carried out or procedures for such tests are modified."

3.4.1 Rationale

The AECB presently requires that the commissioning program for CANDU reactors be reviewed by the designers of the plant systems. Such reviews should be capable of detecting and correcting the shortcomings of a poorly-designed test, such as that which led to the Chernobyl accident. The Chernobyl accident showed the importance of such reviews, and of ensuring that approved test procedures are not modified without the modifications being properly reviewed.

3.4.2 Action Taken

Submissions L4.1 to L4.3 have been received from the licensees on this topic. All three responses state that their test procedures are largely routine and their work plans are reviewed by people knowledgeable in system design, system interaction and safety practices. For new and revised test procedures reviews by senior station staff from both the Technical and Production sections are required and closely controlled practice sessions may be initiated by the system engineer.

3.4.3 AECB Staff Position

AECB staff has reviewed the submissions from the Licensees and is satisfied that sufficient review of work plans and revised text procedures is carried out to prevent a procedure being implemented which compromises reactor safety.

The response to this recommendation is complete.

3.5 Recommendation 5

"The AECB and plant owners should review, and if necessary increase the frequency and extent of monitoring and auditing the performance of plant operators in complying with operating procedures, the Operating Policies and Principles, and the conditions of Operating Licences."

3.5.1 Rationale

The Chernobyl accident would not have happened if the reactor operators had avoided several serious violations of the rules for safe operation of the reactor. The motivation for these violations was to complete the test successfully before the reactor was shut down for its maintenance outage. However, it is difficult to understand why the operators considered it appropriate to deviate so far from safe operating practices rather than to abort the test. The accident has underlined the importance of a disciplined approach to operation of nuclear reactors.

3.5.2 Actions Taken

Submissions L5.1 to L5.3 have been received from the licensees on this topic. The responses are more or less the same, in that, the licensees have on-going programs for the monitoring and auditing the performance of plant operators and believe no further specific action is required.

3.5.3 AECB Staff Position

AECB staff is satisfied that the frequency and extent of monitoring and auditing the performance of plant operators by the licensees is adequate and agree that no further action is warranted. AECB staff monitors the performance of plant operators through a continuing program of formal audits, standardized compliance inspection programs and daily routine inspections and reviews. The combination of these actions provides adequate monitoring of operator performance.

The response to this recommendation is complete.

3.6 Recommendation 6

"A study should be made by reactor designers and operators of the possible ways in which special safety systems can be disabled in CANDU reactors. These should then be reviewed to determine whether the design includes sufficient protection to prevent the disabling of safety systems without first obtaining appropriate management, and if necessary, AECB approval."

3.6.1 Rationale

Before the Chernobyl accident occurred, the operators disabled several important parts of the reactor's safety systems. These included the emergency core cooling system and parts of the emergency shutdown system. It appears that the design of the plant permitted the operators to do this quite easily.

Under certain circumstances (for example when a reactor is shutdown and depressurized), it is necessary to disable certain safety functions to prevent safety systems from operating unnecessarily. However, it is undesirable to enable operators to disable safety equipment without careful consideration of the implications, and approval of the action by station management. For this reason, AECB consultative documents stipulate that it shall not be readily possible for an operator to inhibit safety system action.

3.6.2 Actions Taken

Submissions L6.1 to L6.3 have been received from the licensees on this topic.

Ontario Hydro Response

Ontario Hydro submission L6.1 presents the results of a study of the accessability of safety system circuitry and controls in place to prevent disabling deliberately or inadvertently.

The safety systems covered by the assessment were the shutdown systems, the emergency coolant injection system, the negative pressure containment system, and the stepback and setback functions of the regulating system.

The assessment of these systems involved:

a) a review of the physical and administrative controls in place to prevent the systems from being deliberately disabled.

b) a review of the physical and administrative controls in place to prevent the systems from being inadvertently disabled. In this review, two situations which could result in a safety system being inadvertently disabled were considered; failure to make a required change to a safety system setpoint following a change in process conditions; and failure to correctly carry out routine operations, maintenance and calibration.

c) a review of stations' operating experience.

The overall finding of the assessment was that there is no evidence to suggest that there is significant potential for safety systems to be disabled at Ontario Hydro's nuclear generating stations. The review confirmed that the barriers specified in the Operating Policies and Principles (OP&P's) are in place.

The review identified that Ontario Hydro relies mainly on administrative controls to prevent safety systems from being disabled and that there are a limited number of physical barriers. The review also found that a standard

does not exist for assessing the adequacy of the barriers. As a result, "composite" sets of barriers were developed and used as standards for comparison.

The comparison of barriers in place with the "composite" sets identified that in some cases minor deficiencies or inconsistencies exist in administrative controls. Recommendations have been made whenever a deficiency or inconsistency was found in order to further strengthen existing barriers.

The most significant finding of the study was that tests were not specified following the calibration of the conditioning signals at all stations except PNGS-A. AECB staff will be completing its follow-up of these findings with each station as a separate action.

NBEPC Point Lepreau G.S.

NBEPC submission L6.2 was submitted in response to this topic. The submission stated that there are basically two ways of disabling special safety systems:

a) by use of jumpers
b) by use of blocking switches incorporated in the design.

1. Jumpers

The use of jumpers on special safety systems is under strict procedural control and requires both station management and AECB approval.

2. Blocking Switches

There are two instances where blocking switches are provided. One is for the Emergency Core Cooling (ECC) system and the other is for the Boiler Makeup Water (BMW) system. They are used to avoid unnecessary ECC and BMW firing when conditions permit. Their use is procedurally controlled.

Hydro-Québec G-2

Hydro-Québec submission L6.3 was submitted in response to this topic. Like the submission for NBEPC (above) the use of jumpers and blocking switches were identified as two ways for disabling special safety systems. In both cases Hydro-Québec is satisfied that adequate administrative procedures exist to prevent deliberate or inadvertent disabling of safety system.

The response identified one possible common mode failure of both shutdown systems. This involved the calculations carried out associated with the recalibration of the neutronic detectors. This review concluded that sufficient administrative controls exist to minimize the frequency of such an occurrence and that, in most cases, the impact of an error would be small.

3.6.3 AECB Staff Position

AECB staff has reviewed the licensees' submissions and is satisfied that sufficient physical and administrative barriers exist to prevent safety systems from being disabled. The current practice of manual blocking of the emergency core cooling system was specifically identified in all three submissions. AECB staff is satisfied that adequate administrative controls exist, however, the staff will be reviewing the need for providing some additional level of design protection against inadvertent use of any remaining blocking handswitches associated with special safety systems. The additional benefit of applying key locks to these handswitches will be addressed.

The response to this recommendation is complete. Follow-up actions will continue.

3.7 Recommendation 7

"Plant owners should review their on-site emergency procedures in the light of the Chernobyl accident to determine if the need for any changes is indicated."

3.7.1 Rationale

The Chernobyl accident showed the importance of being adequately prepared for emergency situations, both on a reactor site and in the neighbouring vicinity off-site.

All power reactor licences issued by the AECB make reference to the on-site radiation emergency procedures, and require that these be reviewed at least annually by the licensee, and that a report on this review be submitted to the AECB. These should be reviewed, particularly with respect to the adequacy of monitoring instrumentation, both inside the plant buildings and in the immediate vicinity.

3.7.2 Actions Taken

Submissions L7.2 to L7.3 have been received from the Licensees on this topic.

<u>Ontario Hydro Response</u>

An Ontario Hydro working group has been established to review the present capability at each station to protect workers under accident conditions, both radiological and non-radiological. The working group will examine the response, organization, staffing, training, procedures, and hardware/equipment. This review will, in addition, include an examination of appropriate documentation, staff interviews, and observation of drills.

Prerequisites to the review include the identification of reference accidents and the setting of "good performance" standards.

Reporting on the results of this review is outstanding.

NBEPC Pt. Lepreau GS Response

NBEPC response is outlined in submission L7.3. A complete review of all aspects of its emergency plans was carried out. As a result the emergency communications systems were upgraded and expanded and workstations were installed in the Emergency Station. Response team training was also expanded to include response to high radiation field incidents. In addition TLD's were deployed throughout the Lepreau peninsula to ensure adequate land-based directional coverage off-site.

Hydro-Québec Response

Hydro-Québec response is outlined in submission L7.2. A complete review and revision to the emergency plan was carried out. Weak points in the plan were detected and addressed. These included an iodine pill distribution program in conjunction with the surrounding municipalities, the local health department and the Bureau de la protection civile du Québec. In addition, Hydro-Québec has joined the CANDU Owners Group (COG) to keep abreast of any changes which could further improve the plan. Also, the utility has completely revised and restructured the abnormal incidents manual.

3.7.3 AECB Staff Position

Ontario Hydro

Despite the absence of a final submission, considerable effort by Ontario Hydro is visible in the further development of its on-site emergency procedures. These take the form of revised procedures, more frequent and better planned emergency drills, improved facilities and increased and better trained staff. In this light, satisfactory progress is being made with the resolution of this matter.

Hydro-Québec (Gentilly 2) and NBEPC (Pt. Lepreau)

AECB staff has completed its review and is satisfied that adequate on-site emergency procedures exist both at Gentilly 2 and Pt. Lepreau. AECB staff's review of emergency procedures and witnessing of drills is an on-going activity.

The response to recommendation seven is incomplete for Ontario Hydro plants only.

3.8 Recommendation 8

"The recommendations of the Emergency Planning Department of the Ontario Ministry of the Solicitor General should be considered by all those involved in emergency planning both in Ontario and in other provinces where nuclear reactors are located."

3.8.1 Rationale

With regard to off-site preparedness the Emergency Planning Department of the Ontario Ministry of the Solicitor General has reviewed the Chernobyl accident and made a number of recommendations.

3.8.2 Action Taken

The recommendations have been forwarded to the provinces of Quebec and New Brunswick by the Ontario Ministry of the Solicitor General's office.

3.8.3 AECB Position

The response to Recommendation eight is complete.

3.9 Recommendation 9

A review should be carried out by plan owners of fire-fighting techniques to determine how it would possible to take measures to protect personnel from any radiation hazard which may occur simultaneous with a reactor fire."

3.9.1 Rationale

Most of the very high radiation exposures and resulting deaths caused by the Chernobyl accident were to people involved in fighting the fires which followed the initial explosions. The high doses received were mostly due to either direct gamma radiation or to contamination of clothing and skin with beta-emitting radioactive substances.

3.9.2 Action Taken

Submissions L9.1 to L9.3 have been received from the Licensees on this topic.

Ontario Hydro Response

As a result of the Chernobyl accident an assessment of the fire fighting capability of Ontario Hydro's nuclear stations was initiated. The objective of the project was to review fire safety programs at each operating station and to assess the capability of each of the in-place programs to respond to major fires likely to occur in those stations. Although the scope of the assessment was expanded to include fires in non-radiological areas of the station, of primary concern were fires which have the potential to introduce an in-station radiation hazard and consequent increased risk to fire fighters.

The results of the assessment were reported in Ref. L9.1 which included recommendations on improvements to ensure adequate capabilities.

NBEPC (Pt. Lepreau) Response

NBEPC has undertaken a complete review of the fire fighting program. the training program has been improved in a number of areas and pre-fire plans (a set of guides to familiarize the Response Team with hazards, capabilities and

pre-developed guidelines for dealing with fires) have been established for various areas of the station. A "table-top" exercise has been held with all shift crews. The specific recommendation concerning the possibility of taking measures to protect fire-fighting personnel from radiation hazards has not been finalized yet; the item is outstanding presently.

Hydro-Québec (Gentilly 2) Response

Hydro-Québec's response consisted of undertaking a complete review of the fire hazards, prevention, detection and suppression to evaluate the fire-fighting requirements. A training program was set up and fire brigades are in place on each shift crew. Hydro-Québec has not addressed the specific recommendation of the possibility of taking measures to protect personnel from radiation hazards; HQ would establish time limits to ensure fire fighters do not exceed their exposure limit.

3.9.3 AECB Staff Position

AECB staff has reviewed the responses to this recommendation. In all cases, however, further work by the Licensees is required.

The response to recommendation nine is incomplete.

4. Conclusion

Six of the nine recommendation in AECB report INFO-0234 have been satisfactorily addressed and are therefore closed. The three remaining recommendations are:

Recommendation 2

Complete submissions have been received from Ontario Hydro, however, AECB staff's review remains incomplete.

For Hydro-Québec and NBEPC submissions of the analysis for shutdown system two (SDS2) are outstanding at this time. AECB staff review of the submission of the analysis for shutdown system one (SDS1) remains incomplete.

Recommendation 7

For the Ontario Hydro Plants only, submission of a final report reviewing on-site emergency procedures is outstanding.

Recommendation 9

For all three Licensees the response to this recommendation is incomplete; particularly, in the development of pre-fire plans and measure to protect personnel from radiation hazards.

5. References

NOTE: O.H. - Ontario Hydro
H.Q. - Hydro-Québec
NBEPC - New Brunswick Electric Power Commission

L1.1 O.H. letter Irvine to Domaratzki, 1988-01-12, File 26-0-0-2-0, ISN: 156947

L1.2 Appendices A and B to L1.1 above

L1.3 AECL report TTR-224*, Vol. 1, submitted as attachment to letter Weeks to Ewing, 1989-04-25, file 26-1-12-3-4, ISN: 206867

L1.4 Hydro-Québec letter Ladouceur to Leblanc, 1989-01-23, File 26-1-10-0-0, ISN 213456

L1.5 Hydro-Québec report TTR-224* -G2-Vol. 1, submitted as attachment to letter Ladouceur to Leblanc, 1989-05-04, File 26-1-10-0-0, ISN: 218627

L1.6 O.H. letter Franklin to Parsons, 1988-04-19, File 26-1-10-1-6

L1.7 O.H. letter McCredie to Schwarz, 1988-02-09, File 26-1-13-1-6

L1.8 O.H. letter Holt to Dunstan, 88-07-26, File 26-1-7-1-6

L1.9 O.H. letter Dewar to Pannell, 88-04-29, File 26-1-4-1-6

L2.1 Attachment to Ontario Hydro letter Irvine to Domaratzki, 1988-01-12, File 26-0-0-2-0, ISN: 156947

L2.2 Rehman, A.U. "Pickering NGS A: Effectiveness of the Shutdown System with tilted Flux Shapes", Ontario Hydro, Design and Development Report No. 87415, 1987-12-01

L2.3 "Analysis of Flux Tilt Impaired Shutdown for Reactors other than Pickering-A" - an attachment to letter Irvine to Domaratzki, 1988-03-29, file 11-13-0, ISN: 165180

L2.4 Luxat, J.C., "Assessment of functional Cross Links Between shutdown Systems", Ontario Hydro, Design and Development Report No. 84397, November 1984

L2.5 Appendix C - "Pickering 'A' Assessment of Functional Cross Links between the Reactor Regulating systems and the SDS" - attachment to Ref. L1.1

L2.6 O.H. letter Dewar to Tong, 1988-10-14, File 26-0-0-2-0, ISN: 186266

---

* Coupled Neutronic - Thermalhydraulic Simulation of Large Loss of Coolant Accident Transients for CANDU 600, Volume 1 - AECL Report No. TTR-224, Vol. 1.

L2.7 O.H. letter Irvine to Domaratzki, 1988-07-04, File 26-1-0-0-0, ISN: 176261

L2.8 TTR-224*, Vol. 2 attachment to letter Weeks to Lee, 1989-12-08, File 26-1-12-3-7, ISN: 245295

L2.9 "Assessment of SDS1 effectiveness for large LOCA's initiated from off-nominal core configurations involving top to bottom flux tilts", attachment to letter Weeks to Lee, 1989-12-08, File 26-1-12-3-7, ISN: 245294

L2.10 H.Q. letter Ladouceur to Leblanc, 1989-12-23, File 26-1-10-0-0, ISN: 213456

L2.11 TTR-224*, Vol. 2, attachment to letter Ladouceur to Leblanc, File 26-1-10-0-0, ISN: 241234

L3.1 Raina, V.J., "Pickering NGS A: An Assessment of the Frequency of Failure to shutdown the Reactor", Ontario Hydro, Design and Development Report No. 88139, January 1988.

L3.2 Farooqui, M.Z., "Pickering NGS A: Shutdown System Impairment Envelope for Loss of Coolant Accidents", Ontario Hydro, Design and Development Report No. 87883, December 1987.

L3.3 Watt, L.J., "Effectiveness of Moderator Dump in Pickering NGS 'A'" Ontario Hydro, Design and Development Report No. 87442, December 1987

L3.4 Ontario Hydro letter dated 1988-01-09, Irvine to Marchildon, with attached Ontario Hydro report "Analysis of the Consequences of Failure to Shutdown Following a Large Loss of Coolant Accident in a Pickering NGS 'A' Unit" dated October 1987

L3.5 Ontario Hydro letter dated 1988-04-19, Dewar to Pannell, with attached D&D report 88080.

L4.1 O.H. letter Horton to Domaratzki, 1988-01-15, File 26-0-0-2-0, ISN: 158345

L4.2 NBEPC letter McKenzie to Domaratzki, 1987-07-14, File 26-1-0-0-0, ISN: 139133

L4.3 H.Q. letter Ladouceur to Domaratzki, 1987-07-14, File 26-0-0-2-0, ISN: 139392

L5.1 O.H. letter Horton to Domaratzki, 1987-07-14, File 26-0-0-2-0, ISN: 139972

---

* Coupled Neutronic - Thermalhydraulic Simulation of Large Loss of Coolant Accident Transients for CANDU 600. Volume 2: Distorted Flux Distribution, AECL Report No. TTR-224, Vol. 2.

L5.2 NBEPC letter McKenzie to Domaratzki, 1987-07-14, File 26-1-0-0-0, ISN: 139133

L5.3 H.Q. letter Ladouceur to Domaratzki, 1987-07-14, File 26-0-0-2-0, ISN: 139392

L6.1 Ontario Hydro report, RMEP-IR-03501-1, November 1988, "An Assessment of the Potential for Safety Systems to be disabled at Ontario Hydro's Nuclear Generating Stations"

L6.2 Attachment to NBEPC letter McKenzie to Domaratzki, 1987-07-14, File 26-1-0-0-0, ISN: 139133

L6.3 H.Q. letter Ladouceur to Domaratzki, 1987-07-14, File 26-0-0-2-0, ISN: 139392

L7.1 O.H. letter Horton to Harvie/Marchildon, 1988-08-29, File 26-0-0-2-0, ISN: 182129

L7.2 H.Q. letter Ladouceur to Domaratzki, 1987-07-14, File 26-1-0-0-0, ISN: 139392

L7.3 NBEPC letter McKenzie to Domaratzki, 1987-07-14, File 26-1-0-0-0, ISN: 139133

L9.1 'Assessment of the fire fighting Capability of Ontario Hydro's Nuclear Generating Station' - RMEP-IR-08965-20, May 1988.

L9.2 NBEPC letter dated 1989-02-18, Wilson to Ewing, File 26-1-12-1-6

L9.3 Hydro-Québec letter dated 1989-07-14, Ladouceur to Domaratzki, File 26-0-0-2-0, ISN: 139392

Atomic Energy Control Board
P.O. Box 1046
Ottawa, Canada
K1P 5S9

Commission de contrôle de l'énergie atomique
C.P. 1046
Ottawa, Canada
K1P 5S9

INFO-0234-1

SUIVI DES RÉPERCUSSIONS DE L'ACCIDENT DE TCHERNOBYL SUR LA SÛRETÉ DES RÉACTEURS CANDU

par

Commission de contrôle
de l'énergie atomique

Mai 1990

Canada

Rapport

SUIVI DES RÉPERCUSSIONS
DE L'ACCIDENT DE TCHERNOBYL
SUR LA SÛRETÉ DES RÉACTEURS CANDU

RÉSUMÉ

Le présent rapport représente une mise à jour des neuf recommandations contenues dans l'étude des agents de la CCEA sur l'accident de Tchernobyl (INFO 0234). Les centrales nucléaires canadiennes ont répondu favorablement à six des neuf recommandations. Ces dossiers sont considérés comme clos. Toutes les mesures de suivi découlant des réactions à ces recommandations seront abordées dans le cadre du régime de permis. Des trois recommandations qui restent, l'une concerne l'efficacité des systèmes d'arrêt d'urgence du réacteur dans des circonstances inhabituelles où des progrès satisfaisants ont été enregistrés. Les deux autres recommandations touchent l'examen des pratiques d'urgence et de lutte contre les incendies. Là également, des progrès satisfaisants ont été enregistrés, mais on n'a pas encore entièrement répondu aux recommandations. Chaque recommandation est abordée séparément dans le présent rapport.

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1.	Introduction	1
2.	Conception des réacteurs	1
	2.1 Fission nucléaire	1
	2.2 Réactivité	2
	2.3 Réactivité cavitaire	2
3.	Recommandations des agents de la CCEA	2
	3.1 Recommandation 1	2
	3.1.1 Justification	3
	3.1.2 Mesure prise	3
	3.1.3 Position des agents de la CCEA	4
	3.2 Recommandation 2	4
	3.2.1 Justification	5
	3.2.2 Mesures prises	5
	3.2.3 Position des agents de la CCEA	5
	3.3 Recommandation 3	6
	3.3.1 Justification	6
	3.3.2 Mesures prises	6
	3.3.3 Position des agents de la CCEA	7
	3.4 Recommandation 4	8
	3.4.1 Justification	8
	3.4.2 Mesure prise	9
	3.4.3 Position des agents de la CCEA	9
	3.5 Recommandation 5	9
	3.5.1 Justification	9
	3.5.2 Mesures prises	9
	3.5.3 Position des agents de la CCEA	9
	3.6 Recommandation 6	10
	3.6.1 Justification	10
	3.6.2 Mesures prises	10
	3.6.3 Position des agents de la CCEA	12
	3.7 Recommandation 7	12
	3.7.1 Justification	12
	3.7.2 Mesures prises	13
	3.7.3 Position des agents de la CCEA	13
	3.8 Recommandation 8	14
	3.8.1 Justification	14
	3.8.2 Mesure prise	14
	3.8.3 Position de la CCEA	14
	3.9 Recommandation 9	14
	3.9.1 Justification	14
	3.9.2 Mesure prise	15
	3.9.3 Position des agents de la CCEA	15
4.	Conclusion	15
5.	Références	17

SUIVI DES RÉPERCUSSIONS DE L'ACCIDENT DE TCHERNOBYL SUR LA SÛRETÉ DES RÉACTEURS CANDU

1. Introduction

Le 26 avril 1986, un accident grave s'est produit dans un réacteur nucléaire à Tchernobyl, en République socialiste soviétique d'Ukraine. L'accident a entraîné la mort de 31 pompiers et travailleurs, ainsi que le rejet de grandes quantités de substances radioactives qui se sont répandues dans les environs et, en quantité moindre, dans d'autres régions de l'URSS et dans d'autres pays.

En août 1986, une délégation canadienne comprenant deux agents de la Commission de contrôle de l'énergie atomique (CCEA) ont assisté à Vienne à une réunion où les représentants soviétiques ont décrit l'accident, ses causes et ses conséquences. En se basant sur les renseignements fournis à la réunion, les agents de la CCEA ont analysé l'accident afin de déterminer ses conséquences sur la sûreté des réacteurs nucléaires CANDU et sur le régime de réglementation canadien. En mai 1987, la CCEA a publié le rapport INFO 0234 qui résume à la fois la conception du réacteur de Tchernobyl, les événements qui ont mené à l'accident et ses conséquences, compare les caractéristiques du réacteur de Tchernobyl à celles des réacteurs nucléaires CANDU et aborde les répercussions de l'accident sur la sûreté et la réglementation des réacteurs CANDU au Canada, du point de vue de la CCEA.

Dans ce rapport, les agents de la CCEA concluaient qu'il n'y avait pas de nouveau renseignement qui pouvait avoir d'effet majeur sur les normes de la CCEA pour délivrer un permis de réacteur CANDU. La CCEA a déjà considéré tous les aspects importants et les causes de l'accident à la lumière du régime de permis actuel des réacteurs autorisés. Afin de renforcer cette conclusion, les agents de la CCEA ont formulé neuf recommandations relatives au réexamen, par les concepteurs et les exploitants des réacteurs nucléaires canadiens et la CCEA, des aspects pertinents de la sûreté des réacteurs CANDU et à une plus grande vigilance à exercer dans d'autres secteurs. Le présent rapport résume le suivi des agents de la CCEA à la suite de ces recommandations.

2. Conception des réacteurs

Pour expliquer les événements qui ont entraîné l'accident à la centrale de Tchernobyl, il convient de rappeler certaines notions fondamentales reliées à la conception des réacteurs nucléaires.

2.1 Fission nucléaire

Le rôle fondamental d'un réacteur de puissance est de créer les conditions nécessaires à la division des atomes d'uranium et à l'utilisation des grandes quantités de chaleur qui s'en dégage pour produire de l'électricité. Le processus de division, ou de fission comme on l'appelle, se produit lorsqu'un neutron relativement lent entre en collision avec un noyau d'uranium. Immédiatement après la fission, quelques neutrons rapides additionnels (habituellement 2 ou 3) sont libérés et peuvent, après avoir été ralentis par des collisions répétées avec une substance appropriée, entrer en collision avec un autre noyau d'uranium et provoquer une deuxième fission, et ainsi de suite.

En contrôlant cette réaction en chaine de façon à produire des générations successives de neutrons, on peut maintenir le réacteur à un niveau de puissance constant.

2.2 Réactivité

Un paramètre important qu'on utilise pour exprimer l'efficacité des barres de commande ou de d'autres mécanismes d'absorption est leur valeur de réactivité.

La réactivité est une mesure de la vitesse à laquelle un réacteur produit un accroissement ou une diminution du nombre de fissions et, par conséquent, de la puissance produite dans le combustible. La réactivité d'un réacteur dépend principalement de la capacité d'absorption du modérateur dans lequel les neutrons se propagent avant d'entrer en collision avec un autre atome d'uranium. Un réacteur «diverge» lorsque cette capacité d'absorption est juste suffisante pour absorber les neutrons additionnels créés pendant une fission et laisser un neutron pour entretenir la réaction en chaine.

L'unité de réactivité utilisée au Canada, et par conséquent dans le présent rapport, est le milli-k (mk).

2.3 Réactivité cavitaire

Un facteur important dans l'accident est l'effet de la vapeur dans les canaux de refroidissement sur l'absorption des neutrons dans le coeur. À mesure que le caloporteur est réchauffé en raison d'un accroissement de puissance, il produit de la vapeur et baisse de masse volumique. La baisse résultante de la capacité d'absorption des neutrons accroit la réactivité, ce qui accentue l'accroissement de la puissance et la baisse de la masse volumique. Ce processus représente ce qu'on appelle l'effet de réactivité cavitaire positive et il peut, s'il n'est pas contrôlé, élever très rapidement la puissance du réacteur.

3. Recommandations des agents de la CCEA

L'article 9 du rapport INFO-0234 de la CCEA énumère neuf recommandations relatives au réexamen d'aspects pertinents de la sûreté des réacteurs nucléaires CANDU et à l'accroissement de la vigilance dans certains autres secteurs. Les sections qui suivent reprennent chacune des recommandations relativement à la justification, au résumé des réponses des titulaires de permis et à la position des agents de la CCEA. Par «titulaires de permis», on entend Ontario Hydro, Hydro-Québec et la Commission d'énergie électrique du Nouveau-Brunswick (CEENB).

3.1 Recommandation 1

«Les concepteurs et les exploitants de réacteurs devraient réexaminer les analyses de sûreté des réacteurs CANDU afin de vérifier si les systèmes d'arrêt d'urgence sont suffisamment efficaces dans toutes les conditions possibles. Une attention particulière devrait être accordée aux événements qui peuvent être accompagnés d'une augmentation rapide du volume de vapeur dans les canaux de combustible ou d'un accroissement rapide de la réactivité.»

3.1.1 Justification

Le coefficient de vide positif est une caractéristique de conception du réacteur de Tchernobyl qui a joué un rôle très important dans l'accident. Les réacteurs CANDU ont aussi un coefficient de vide positif, bien que l'effet soit plus faible (par un facteur d'environ 3) que dans le réacteur de Tchernobyl, lorsqu'il fonctionne à de faibles niveaux de puissance. À Tchernobyl, le système d'arrêt d'urgence n'a pu maîtriser l'accroissement rapide de réactivité provoqué par l'augmentation soudaine du vide dans le caloporteur. Si une saute rapide de puissance devait se produire dans un réacteur CANDU, le coefficient de vide positif aggraverait l'accroissement de réactivité. Cependant, si le système d'arrêt fonctionnait comme prévu, il interromprait l'accroissement de réactivité et préviendrait les conséquences graves.

Tous les types de réacteurs commerciaux au monde sont dotés de mécanismes qui augmentent la réactivité de façon appréciable, que le coefficient de vide soit positif ou négatif, et ils doivent donc être munis de systèmes d'arrêt d'urgence en cas d'accidents où la réactivité s'accroit. Selon le régime canadien de permis, il faut que la conception de tous les réacteurs assure que les systèmes d'arrêt d'urgence puissent agir assez rapidement et ajouter une quantité de réactivité négative suffisante pour compenser la réactivité maximale qui peut s'ajouter en cas d'accident.

3.1.2 Mesure prise

En réponse à cette recommandation, les titulaires de permis ont soumis les documents L1.1 à L1.9.

Réponse d'Ontario Hydro

Ontario Hydro s'est engagée (document L1.1) à faire ce qui suit :

a) mettre à jour l'analyse des pannes de toutes les stations;

b) examiner les incidents qui mènent à la création d'un vide dans le caloporteur afin de déterminer si les analyses existantes sont fiables.

Le point a) a été abordé dans les documents L1.6 à L1.9 pour les centrales d'Ontario Hydro et le point b) l'a été dans le document L1.2.

Le point a), «Analyse des pannes de commande», comprend :

a) les pannes des doubles commandes de l'ordinateur;
b) les pannes du contrôle de la réactivité;
c) les pannes du régulateur de puissance du réacteur;
d) les pannes du système de contrôle de la pression du caloporteur;
e) les pannes du système d'approvisionnement en eau et en vapeur.

Les analyses démontrent que les systèmes d'arrêt sont totalement efficaces pour toutes ces défaillances.

Le point b) comprend une évaluation des taux d'insertion de la réactivité en raison de la création d'un vide dans le caloporteur à la centrale Pickering A. L'évaluation a permis de démontrer qu'une importante perte du

caloporteur dans des conditions d'exploitation à pleine puissance (ce qui entraîne un accroissement rapide du volume de vapeur dans le canal de combustible) limite la gamme des taux d'insertion de réactivité non contrôlée. Comme on a montré que les systèmes d'arrêt d'urgence étaient entièrement efficaces pour les importantes pertes de caloporteur de tous les réacteurs nucléaires d'Ontario Hydro dans les analyses documentées des *Safety Reports*, on en conclut que la conception des systèmes d'arrêt actuels est appropriée.

Réponses d'Hydro-Québec et de la CEENB

Dans le cas des réacteurs de la CEENB (Point Lepreau) et d'Hydro-Québec (Gentilly 2), le concepteur, Énergie atomique du Canada limitée (Opérations CANDU), a préparé une soumission qui a été présentée avec des lettres d'accompagnement provenant des services publics (documents L1.2 à L1.5). Les conclusions de ces documents sont similaires à celles d'Ontario Hydro, c'est-à-dire que la conception des systèmes d'arrêt actuels est appropriée.

3.1.3 Position des agents de la CCEA

Après avoir examiné les documents relatifs au réacteur nucléaire de Darlington d'Ontario Hydro, les agents de la CCEA sont d'accord avec les conclusions formulées, c'est-à-dire :

a) que les systèmes d'arrêt d'urgence sont pleinement efficaces pour toutes les défaillances de contrôle formulées;

b) qu'une importante perte de caloporteur dans des conditions de pleine puissance limite la gamme des taux d'insertion de réactivité non contrôlée et qu'en conséquence, la conception des systèmes d'arrêt d'urgence actuels est appropriée.

En ce qui a trait aux autres réacteurs d'Hydro Ontario et à ceux de la CEENB et d'Hydro-Québec, les analyses sont très similaires à celle du réacteur de Darlington, et les agents de la CCEA estiment que les conclusions obtenues pour le réacteur nucléaire de Darlington sont également valables pour ces autres réacteurs. Les agents de la CCEA compléteront leur examen de ces documents dans le cadre du régime de permis de ces réacteurs.

La réponse à la recommandation 1 est donc complète. Les mesures de suivi se poursuivront.

3.2 Recommandation 2

«Les concepteurs et les exploitants de réacteurs devraient examiner différentes configurations de dispositifs de contrôle de la réactivité dans les réacteurs CANDU pour faire en sorte qu'il soit impossible de placer le réacteur dans une condition telle que les systèmes d'arrêt d'urgence pourraient être rendus inefficaces. Cet examen devrait comprendre une analyse de la capacité des systèmes d'arrêt d'urgence dans des conditions de variation spatiale de la réactivité.»

3.2.1 Justification

Lors des événements qui ont mené à la destruction du réacteur de Tchernobyl, celui-ci fonctionnait dans des conditions très inhabituelles où il était difficile de le contrôler et où le réacteur était potentiellement instable. Essentiellement, le réacteur fonctionnait dans un mode non approuvé, où le système d'arrêt était inefficace pour prévenir l'importante saute de puissance qui a éventuellement mené à la destruction du réacteur.

3.2.2 Mesures prises

En réponse à cette recommandation, les titulaires de permis ont soumis les documents L2.1 à L2.11.

Réponse d'Ontario Hydro

La réponse d'Ontario Hydro (document L2.1) à cette recommandation comporte deux volets. Le premier est une évaluation de l'efficacité des systèmes d'arrêt pour tous ces réacteurs dans des conditions où la répartition du flux du réacteur subit une distorsion maximale. Deux documents ont été présentés à l'appui de cette partie de l'évaluation. L'un (document L2.2) portait sur la centrale Pickering A, tandis que l'autre (document L2.3) portait sur tous les autres réacteurs d'Ontario Hydro.

La deuxième partie de la réponse d'Ontario Hydro à cette recommandation porte sur le potentiel des rapports fonctionnels entre le système de régulation du réacteur et le système d'arrêt des réacteurs de la centrale Pickering A. Le document fait référence à une étude précédente (document L2.4) réalisée pour des centrales munies de deux systèmes d'arrêt d'urgence et fournit une analyse nouvelle et similaire (document L2.5) pour Pickering A.

Réponses d'Hydro-Québec et de la CEENB

En réponse à cette recommandation, Hydro-Québec et la CEENB ont soumis une analyse (document L2.8 et L2.11) rédigée par le concepteur de leurs réacteurs, Énergie atomique Canada limitée (Opérations CANDU). Les documents L2.9 et L2.10 contiennent d'autres renseignements. Seule l'analyse du premier système d'arrêt d'urgence (SDU1) est parvenue à la CCEA, l'analyse du second système (SDU2) (TTR-224, vol. 3) devrait être soumise au début de 1991.

3.2.3 Position des agents de la CCEA

Réacteurs d'Ontario Hydro

L'examen des documents de la première partie de la soumission est maintenant terminé. Les documents montrent que les réacteurs de la centrale Pickering A ne sont pas complètement protégés dans certaines situations inhabituelles caractérisées par d'importantes variations du flux dans le coeur. Ontario Hydro a proposé l'installation d'un dispositif supplémentaire de déclenchement du système d'arrêt d'urgence qui éliminera les lacunes. Entre-temps, le respect des procédures d'exploitation permettra de surmonter toute déficience potentielle.

Les agents de la CCEA n'ont pas encore commencé l'examen des documents de la deuxième partie.

Réacteurs d'Hydro-Québec et de la CEENB

Les agents de la CCEA n'ont pas encore commencé l'examen des documents présentés pour le premier système d'arrêt d'urgence. Selon ces documents, le premier système d'arrêt est pleinement efficace pour toutes les situations examinées. L'analyse du second système devrait être présentée au début de 1991. En se basant sur l'examen d'une analyse similaire réalisée par Ontario Hydro, les agents de la CCEA estiment que les résultats devraient être satisfaisants.

La réponse à cette recommandation est incomplète, mais les progrès enregistrés sont satisfaisants.

3.3 Recommandation 3

«Ontario Hydro et la CCEA devraient réexaminer la sûreté des réacteurs de la centrale Pickering A, particulièrement les aspects ayant trait à des accidents où il y aurait défaillance du système de commande du réacteur ou perte de caloporteur accompagnée d'une panne du système d'arrêt d'urgence.»

3.3.1 Justification

Les quatre réacteurs de la centrale Pickering A sont différents, puisque chacun n'a qu'un seul système d'arrêt d'urgence. Bien qu'il existe deux mécanismes d'arrêt, c'est-à-dire l'évacuation d'eau lourde comme modérateur et l'insertion de barres d'absorption des neutrons, ils ne sont pas indépendants l'un de l'autre, et sont reliés à une instrumentation commune. De plus, l'évacuation du modérateur est relativement lente. À l'époque où le premier permis de Pickering A a été délivré, il n'était pas nécessaire qu'il y eût deux systèmes d'arrêt d'urgence indépendants, mais il était nécessaire d'analyser les incidents au cours desquels une perte de contrôle du réacteur ou une perte de caloporteur était accompagnée d'une défaillance complète du système d'arrêt d'urgence.

La première analyse de sûreté de Pickering A comportait l'analyse d'un tel accident hypothétique. À cette époque, on avait conclu que les doses du public ne devraient pas dépasser les limites de dose de référence établies par la CCEA. Toutefois, aucune analyse quantitative détaillée n'avait été réalisée, surtout à cause du caractère spéculatif de telles analyses. C'est pourquoi on a imposé l'installation d'un deuxième système d'arrêt d'urgence dans les autres réacteurs.

3.3.2 Mesures prises

En réponse à cette recommandation, Hydro Ontario a fait parvenir les documents L3.1 à L3.5 comprenant :

a) une étude pour déterminer le nombre minimal de barres de sécurité nécessaires pour assurer l'intégrité des canaux de combustible en cas de perte massive de caloporteur. Le document conclut que l'intégrité des canaux est assurée par un maximum de cinq barres de sécurité très

efficaces ou de dix barres de sécurité choisies au hasard et non disponibles pour la transitoire de réactivité cavitaire la plus grave;

b) une étude de quantification de l'efficacité de l'évacuation du modérateur, de façon isolée, pour mettre fin à une perte de contrôle de la réactivité, à une perte de caloporteur ou à une perte de la transitoire de courant électrique. Le document conclut que l'évacuation du modérateur peut mettre fin à toute transitoire de réactivité, à l'exception de celle qui découle d'une importante défaillance d'un accident de perte de caloporteur (APC);

c) une étude pour calculer la fréquence des pannes du système d'arrêt du réacteur à la suite de divers événements déclencheurs. Le document conclut que la fréquence totale des événements comportant une défaillance du système d'arrêt est de 6×10^{-6} par année-réacteur;

d) une réévaluation de la fiabilité du système d'arrêt d'urgence à l'aide de la plus récente méthodologie d'évaluation. Le document conclut que le système répond à son objectif en cas de panne;

e) une analyse des conséquences d'une défaillance du système d'arrêt d'urgence à la suite d'une importante perte de caloporteur. Le document conclut que malgré les dommages importants au réacteur, l'intégrité structurelle de l'enveloppe de confinement est maintenue (bien que la pression théorique du confinement soit dépassée) et que les conséquences radiologiques hors du site de cet incident ne devraient pas être très importantes par rapport à celles d'autres défaillances doubles analysées.

3.3.3 Position des agents de la CCEA

Les agents de la CCEA ont examiné et commenté certains de ces documents. L'une des conclusions significatives est que l'analyse de la double défaillance mentionnée plus haut n'a pas été réalisée avec autant de rigueur que l'analyse en vue de la délivrance de permis. Par conséquent, on ne saurait accorder la même crédibilité aux conclusions obtenues. Les principales lacunes et incertitudes qui se dégagent de cette analyse sont les suivantes :

a) le système détaillé de refroidissement d'urgence du coeur (SRUC) n'est pas analysé. On prévoit une fusion massive du combustible et on suppose simplement que l'eau fournie par le système de refroidissement d'urgence parviendra à refroidir le combustible en fusion et les canaux de combustible chauds;

b) le fait de prévoir une fusion massive du combustible soulève des questions concernant la possibilité et les conséquences d'une explosion de vapeur et d'une déflagration d'hydrogène. Ces questions ne sont pas abordées dans l'analyse;

c) on ne peut exclure la possibilité de dommages au circuit de rééta-blissement du SRUC compte tenu des conséquences graves associées à des ruptures de plusieurs canaux. Cela soulève des questions concernant le refroidissement à long terme du coeur du réacteur;

d) on prévoit que la pression nominale du confinement sera dépassée et qu'il s'ensuivra des fissures dans le bâtiment du réacteur. Rien n'a été soumis pour prouver que les fissures se scelleront d'elles-mêmes après la transitoire de pression excessive.

Des agents de la CCEA et du personnel d'Ontario Hydro se sont réunis en décembre 1988 pour discuter des soumissions reçues à cette date. Au cours de la réunion, on a informé Ontario Hydro que, compte tenu des incertitudes qui se dégagent de ses soumissions, il était fort peu probable que la question puisse être réglée de manière satisfaisante uniquement en menant d'autres analyses, et que par conséquent, Ontario Hydro devrait étudier divers scénarios pour améliorer les capacités actuelles d'arrêt d'urgence. Ontario Hydro s'est engagée à examiner diverses options de conception et à soumettre un rapport provisoire au début de 1989.

On a également demandé à Ontario Hydro de procéder avec célérité à la dernière analyse de perte de contrôle liée à une panne du système d'arrêt d'urgence.

En janvier 1990, Ontario Hydro a soumis une proposition de modification de la conception et a demandé une approbation de principe à la CCEA. La modification proposée comprendra un second jeu d'instruments indépendants pour activer les barres de sécurité et l'évacuation du modérateur. De plus, pour accroitre la fiabilité des barres de sécurité, les 11 barres d'origine et les mécanismes d'entrainement seront remplacés par des barres et des mécanismes similaires à ceux de la centrale Pickering B.

Outre l'approbation de principe, Ontario Hydro a également demandé à la CCEA de confirmer que la mise en oeuvre de ces modifications allait lever l'obligation de procéder à d'autres analyses ou à d'autres modifications de conception relativement à de graves lacunes du procédé et à la défaillance des scénarios d'arrêt d'urgence.

Les agents de la CCEA examinent présentement la proposition et d'autres options de conception examinées et rejetées par Ontario Hydro.

La réponse à cette recommandation est complète. Les agents de la CCEA assureront le suivi dans le cadre du régime de permis de la centrale Pickering A.

3.4 Recommandation 4

«Les propriétaires de centrale devraient réexaminer les règles d'exploitation des centrales afin de s'assurer qu'elles exigent et reçoivent un examen suffisant par tout le personnel compétent et responsable avant que des épreuves sur du matériel important pour la sûreté soient effectuées ou que le plan de ces épreuves soit modifié.»

3.4.1 Justification

La CCEA exige actuellement que le programme de mise en service des réacteurs nucléaires CANDU soit examiné par les concepteurs des systèmes de la centrale. De tels examens devraient permettre de déceler et de corriger les points faibles d'une épreuve mal conçue, comme celle qui a conduit à l'accident de Tchernobyl. Cet accident a d'ailleurs fait ressortir l'importance de ces

examens et de la nécessité de veiller à ce que des plans d'épreuve approuvés ne soient pas modifiés sans être dûment examinés.

3.4.2 Mesure prise

Les titulaires de permis ont fait parvenir les documents L4.1 à L4.3 sur ce sujet. Ces trois documents précisent que les procédures d'épreuves font largement partie de mesures ordinaires et que les plans de travail sont examinés par des personnes qui connaissent la conception des systèmes, leurs interactions et les pratiques en matière de sûreté. Dans le cas des procédures nouvelles et révisées, on exige des examens par du personnel supérieur des sections technique et de la production, et l'ingénieur responsable du système peut exiger la tenue de séances de pratique étroitement contrôlées.

3.4.3 Position des agents de la CCEA

Les agents de la CCEA ont examiné les documents soumis par les titulaires de permis et estiment que les plans de travail et les documents de procédures font l'objet d'examens suffisants pour éviter la mise en oeuvre d'une procédure risquant de compromettre la sûreté d'un réacteur.

La réponse à cette recommandation est complète.

3.5 Recommandation 5

«La CCEA et les propriétaires de centrales devraient examiner et, au besoin, accroître la fréquence et l'étendue des activités de surveillance et de vérification de la conformité du travail des opérateurs de centrales aux règles d'exploitation, aux lignes de conduite pour l'exploitation et aux conditions du permis d'exploitation.»

3.5.1 Justification

L'accident de Tchernobyl n'aurait pas eu lieu si les opérateurs n'avaient pas commis plusieurs infractions graves aux règles d'exploitation du réacteur. Ces infractions ont été commises parce que l'on voulait terminer l'épreuve avant que le réacteur soit arrêté pour effectuer la maintenance. Cependant, il est difficile de comprendre pourquoi les opérateurs ont choisi de s'écarter à ce point des règles d'exploitation plutôt que de mettre fin à l'épreuve. L'accident montre bien l'importance d'une approche disciplinée pour l'exploitation des réacteurs nucléaires.

3.5.2 Mesures prises

Les titulaires de permis ont soumis les documents L5.1 à L5.3 sur cette question. Les réponses sont plus ou moins semblables, puisque les titulaires de permis ont mis en place des programmes continus de surveillance et de vérification du rendement des opérateurs de la centrale et qu'ils estiment inutile de prendre d'autres mesures.

3.5.3 Position des agents de la CCEA

Les agents de la CCEA estiment que la fréquence et l'ampleur des activités de surveillance et de vérification du rendement des exploitants de centrales

menées par les titulaires de permis sont suffisantes et ils conviennent qu'il n'est pas nécessaire de prendre d'autres mesures. Les agents surveillent le rendement des exploitants grâce à un programme continu d'audits officiels, un programme normalisé d'inspections de conformité et d'inspections et d'examens de routine quotidiens. La combinaison de ces mesures représente une surveillance appropriée du rendement des exploitants.

La réponse à cette recommandation est complète.

3.6 Recommandation 6

«Les concepteurs et les exploitants de réacteurs devraient faire une étude des différents moyens dont disposent les opérateurs pour mettre hors service les systèmes spéciaux de sûreté des réacteurs CANDU. On devrait vérifier ces moyens afin de déterminer si une protection suffisante a été prévue de façon à empêcher les opérateurs de mettre hors service les systèmes de sûreté sans obtenir d'abord l'autorisation nécessaire de la direction et, au besoin, de la CCEA.»

3.6.1 Justification

Avant l'accident, les opérateurs de Tchernobyl ont mis hors service plusieurs parties importantes des systèmes de sûreté du réacteur, notamment le système de refroidissement d'urgence du coeur et des parties du système d'arrêt d'urgence. Il semble que les caractéristiques nominales permettaient aux opérateurs de prendre ces mesures sans difficulté.

Dans certaines circonstances (par exemple lorsqu'un réacteur est arrêté et dépressurisé), il est nécessaire de mettre hors service certaines fonctions de sûreté afin d'empêcher les systèmes de sûreté de fonctionner inutilement. Cependant, il n'est pas souhaitable que les opérateurs puissent mettre hors service du matériel de sûreté sans que l'on ait soigneusement pris en considération les conséquences de cette mesure et qu'une autorisation ait été accordée par la direction de la centrale. Pour cette raison, les documents de consultation de la CCEA précisent qu'un opérateur ne doit pas être en mesure d'empêcher facilement le déclenchement d'un système de sûreté.

3.6.2 Mesures prises

Les titulaires de permis ont soumis les documents L6.1 à L6.3 relativement à cette question.

Réponse d'Ontario Hydro

Le premier document d'Ontario Hydro (L6.1) présente les résultats d'une étude sur l'accessibilité des circuits et des contrôles du système de sûreté en place afin de prévenir une mise hors service délibérée ou accidentelle.

Les systèmes de sûreté abordés dans l'évaluation sont les systèmes d'arrêt d'urgence, le système d'injection de refroidissement d'urgence, le système de confinement de pression négative et les fonctions de réduction et de correction du régulateur.

L'évaluation de ces systèmes a comporté les éléments suivants :

a) un examen des contrôles matériels et administratifs en place pour prévenir une mise hors service intentionnelle du système;

b) un examen des contrôles matériels et administratifs en place pour prévenir une mise hors service accidentelle du système. Dans ce cas particulier, on a examiné deux situations pouvant entraîner une mise hors service accidentelle du système d'arrêt d'urgence : l'absence de modifications au réglage d'un système de sûreté à la suite d'un changement des conditions de traitement, et la non-exécution d'activités régulières d'exploitation, de maintenance et d'étalonnage;

c) un examen du dossier d'exploitation des centrales.

Il se dégage de l'évaluation que rien n'indique qu'il existe une possibilité significative que les systèmes d'arrêt d'urgence puissent être mis hors service dans les centrales nucléaires d'Ontario Hydro. L'examen a permis de confirmer que les barrières spécifiées dans les Lignes de conduite pour l'exploitation sont en place.

L'examen a permis de constater qu'Ontario Hydro se fie principalement à des contrôles administratifs pour éviter la mise hors service des systèmes d'arrêt d'urgence et qu'il existe un nombre limité de barrières matérielles. L'examen a également permis de constater qu'il n'y a pas de norme pour l'évaluation de la pertinence des barrières. C'est pourquoi on a mis au point des ensembles «composites» de barrières utilisés comme normes de comparaison.

La comparaison entre les barrières en place et les ensembles «composites» a parfois révélé des lacunes ou des incohérences mineures dans les contrôles administratifs. Des recommandations ont été formulées pour chaque lacune ou incohérence afin de consolider les barrières existantes.

La conclusion la plus significative de l'étude est l'absence d'épreuves après l'étalonnage des signaux de conditionnement à toutes les centrales, sauf pour la centrale Pickering A. Les agents de la CCEA assureront le suivi pour chacun des réacteurs relativement à ces conclusions.

Réponse de la CEENB (Point Lepreau)

Dans le document L6.2 soumis relativement à cette question, la CEENB précise qu'il y a foncièrement deux façons de mettre les systèmes d'arrêt spéciaux hors service :

a) en utilisant des cavaliers;
b) en utilisant les interrupteurs incorporés au système.

1. Cavaliers

L'utilisation de cavaliers dans les systèmes spéciaux d'arrêt d'urgence doit se faire de manière rigoureusement contrôlée et exige l'approbation de la direction de la centrale et de la CCEA.

2. Interrupteurs

Les interrupteurs sont liés à deux situations précises : l'une au système de refroidissement d'urgence du coeur (SRUC) et l'autre au système d'eau d'appoint du générateur de vapeur. Ils servent à éviter le déclenchement inutile de ces systèmes lorsque les conditions le permettent. Leur utilisation fait l'objet d'une procédure de contrôle.

Réponse d'Hydro-Québec (Gentilly 2)

Le document L6.3 soumis par Hydro-Québec concerne cette question. Comme c'est le cas dans le document de la CEENB mentionné ci-dessus, cavaliers et inter-rupteurs sont deux façons de mettre les systèmes d'arrêt spéciaux hors service. Dans les deux cas, Hydro-Québec estime que les procédures administratives sont suffisantes pour éviter une mise hors service délibérée ou accidentelle du système d'arrêt d'urgence.

Le document fait état d'une panne de mode commun des deux systèmes d'arrêt d'urgence, c'est-à-dire les calculs relatifs au réétalonnage des détecteurs de neutrons. L'examen conclut qu'il existe suffisamment de contrôles administratifs pour minimiser la fréquence d'une telle éventualité et que, dans la plupart des cas, une erreur aurait peu de conséquences.

3.6.3 Position des agents de la CCEA

Les agents de la CCEA ont examiné les documents des titulaires de permis et ils estiment que les barrières matérielles et administratives existantes suffisent à empêcher la mise hors service des systèmes de sécurité. Les trois documents décrivent spécifiquement la pratique courante du blocage manuel du système de refroidissement d'urgence du coeur. Les agents de la CCEA estiment que les contrôles administratifs sont appropriés; cependant, on réévaluera la nécessité d'un niveau supplémentaire de protection théorique pour prévenir toute utilisation accidentelle des autres interrupteurs associés à des systèmes de sûreté spéciaux. On examinera également l'intérêt d'installer des interrupteurs verrouillables.

La réponse à cette recommandation est complète. Le suivi se poursuivra.

3.7 Recommandation 7

«Les propriétaires de centrales devraient examiner leurs plans de mesures d'urgence internes à la lumière de l'accident de Tchernobyl, afin de déterminer s'il y a lieu de les modifier.»

3.7.1 Justification

L'accident de Tchernobyl a fait prendre conscience de l'importance d'une préparation adéquate aux situations d'urgence, tant à la centrale même que dans la zone avoisinante.

Tous les permis de réacteurs de puissance délivrés par la CCEA font référence aux méthodes de radioprotection d'urgence sur le site et exigent que ces méthodes soient examinées au moins une fois par année par le titulaire et qu'un rapport de l'examen soit présenté à la CCEA. Il faudrait notamment

vérifier si les instruments de surveillance tant à l'intérieur des bâtiments de la centrale que dans son voisinage immédiats sont appropriés.

3.7.2 Mesures prises

Les titulaires de permis ont soumis les documents L7.2 et L7.3 relativement à cette question.

Réponse d'Ontario Hydro

Ontario Hydro a constitué un groupe de travail chargé d'examiner la capacité actuelle de chaque centrale de protéger les travailleurs à la suite d'un accident radiologique ou non radiologique. Le groupe examinera l'intervention, l'organisation, la dotation, la formation, les procédures et le matériel ainsi que l'équipement. L'examen comprendra également l'étude de documents pertinents, des entrevues avec le personnel et l'observation d'exercices.

Les conditions préalables de l'examen comprennent la désignation d'accidents de référence et l'établissement de normes de «bon rendement».

Le rapport sur les résultats de cet examen n'est pas encore prêt.

Réponse de la CEENB (Point Lepreau)

En guide de réponse, la CEENB a soumis le document L7.3 qui comprend un examen complet de tous les aspects de ses plans d'urgence. Cet exercice a mené à l'amélioration des systèmes de communication d'urgence et à l'installation de postes de travail dans la salle de commande d'urgence. On a également accru la formation des équipes d'intervention pour inclure les cas de champ de rayonnement élevé. En outre, on a installé des dosimètres thermoluminescents sur l'ensemble de la péninsule Lepreau afin d'assurer une couverture terrestre unidirectionnelle hors du site.

Réponse d'Hydro-Québec

En guise de réponse (document L7.2), Hydro-Québec a réalisé un examen complet du plan d'urgence qui lui a permis d'en déceler les points faibles et de les corriger. Ces aspects comprenaient un programme conjoint de distribution de comprimés d'iode avec les municipalités avoisinantes, le département local de santé communautaire et le Bureau de la protection civile du Québec. En outre, Hydro-Québec s'est jointe au Groupe des propriétaires des réacteurs CANDU afin de se tenir au courant de tout changement permettant d'améliorer le plan d'urgence. Le service public a aussi examiné et restructuré l'ensemble du manuel des incidents anormaux.

3.7.3 Position des agents de la CCEA

Ontario Hydro

Bien qu'Hydro Ontario n'ait pas encore soumis de document final, le service public a grandement amélioré ses procédures d'intervention sur le site, par exemple en révisant les procédures, en tenant des exercices d'urgence plus fréquents et mieux planifiés, en améliorant les installations et en

accroissant le personnel et en le formant mieux. On note que des progrès satisfaisants sont en cours pour régler cette question.

Hydro-Québec (Gentilly 2) et CEENB (Point Lepreau)

Les agents de la CCEA ont complété leur examen et ils estiment que les procédures d'urgence actuelles dans les centrales nucléaires Gentilly 2 et Point Lepreau sont appropriées. L'examen des procédures d'urgence et l'observation des exercices se font de façon continue par les agents de la CCEA.

La réponse à la recommandation 7 est incomplète en ce qui à trait aux centrales d'Ontario Hydro seulement.

3.8 Recommandation 8

«Les recommandations du Service de planification des mesures d'urgence (*Emergency Planning Department*) du ministère du Solliciteur général de l'Ontario devraient être examinées par tous les responsables de la planification des mesures d'urgence, tant en Ontario que dans les autres provinces canadiennes où il y a des réacteurs nucléaires.»

3.8.1 Justification

En ce qui a trait au plan d'intervention en dehors du site, le Service de planification des mesures d'urgence du ministère du Solliciteur général de l'Ontario a examiné l'accident de Tchernobyl et a formulé un certain nombre de recommandations.

3.8.2 Mesure prise

Le ministère du Solliciteur général de l'Ontario a transmis les recommandations aux provinces de Québec et du Nouveau-Brunswick.

3.8.3 Position de la CCEA

La réponse à la recommandation huit est complète.

3.9 Recommandation 9

«Les propriétaires de centrales devraient examiner leurs techniques de lutte contre les incendies afin de déterminer quelles mesures pourraient être prises pour protéger le personnel contre tout risque d'irradiation en cas d'incendie.»

3.9.1 Justification

Dans l'accident de Tchernobyl, la plupart des personnes qui ont subi de très fortes irradiations et qui en sont mortes avaient participé à la lutte contre les incendies qui ont suivi les premières explosions. Les doses élevées qu'elles ont reçues étaient principalement dues soit au rayonnement gamma direct, soit à la contamination des vêtements et de la peau par des substances radioactives émettant un rayonnement bêta.

3.9.2 Mesure prise

Les titulaires de permis ont soumis les documents L9.1 à L9.3 relativement à cette question.

Réponse d'Ontario Hydro

À la suite de l'accident de Tchernobyl, on a entrepris une évaluation des capacités de lutte contre les incendies dans les centrales d'Ontario Hydro. Le but de l'exercice était d'examiner les programmes de sécurité en cas d'incendie de chaque centrale en exploitation et d'évaluer la capacité de chacun des programmes en place d'entrer en action en cas d'incendie majeur dans ces centrales. Bien que la portée de l'évaluation ait été élargie pour englober les incendies dans des secteurs non radiologiques de la centrale, la priorité a été accordée aux incendies pouvant poser des risques d'irradiation dans la centrale et ainsi accroitre le risque des pompiers.

Les résultats de l'évaluation sont contenus dans le document L9.1 qui comprend des recommandations pour améliorer la capacité d'intervention.

Réponse de la CEENB (Point Lepreau)

La CEENB a entrepris un examen complet de son programme de lutte contre les incendies et a pu améliorer le programme de formation dans certains secteurs en plus d'établir des plans de prévention des incendies (un ensemble d'éléments pour sensibiliser l'équipe d'intervention aux risques, aux capacités et aux lignes directrices préétablies en matière de lutte contre les incendies) dans divers secteurs de la centrale. Un exercice théorique a eu lieu avec les équipes de tous les quarts. La recommandation particulière concernant la possibilité de prendre des mesures pour protéger le personnel de lutte contre les incendies face aux risques d'irradiation n'est pas encore prête.

Réponse d'Hydro-Québec (Gentilly 2)

En guise de réponse, Hydro-Québec a entrepris un examen complet des risques, de la prévention, de la détection et de la suppression d'incendies afin d'évaluer les besoins de lutte contre les incendies. Le service public a établi un programme de formation et chaque quart de travail compte des brigades d'incendie. Hydro-Québec n'a pas abordé la recommandation précise concernant la possibilité de prendre des mesures pour protéger le personnel contre les risques d'irradiation; le service public voudrait fixer des délais d'exposition pour s'assurer que les pompiers ne dépassent pas leur limite de dose.

3.9.3 Position des agents de la CCEA

Les agents de la CCEA ont examiné les réponses à ces recommandations. Toutefois, les titulaires de permis devront poursuivre le travail amorcé.

La réponse à la recommandation 9 est incomplète.

4. Conclusion

Six des neuf recommandations contenues dans le rapport INFO-0234 de la CCEA ont été abordées de manière satisfaisante et ces dossiers sont clos. Les trois recommandations en suspens sont les suivantes :

Recommandation 2

Les agents de la CCEA ont reçu tous les documents d'Ontario Hydro, mais ils n'en ont pas encore terminé l'examen.

Les documents d'Hydro-Québec et de la CEENB concernant l'analyse du deuxième système d'arrêt d'urgence (SDU2) ne sont pas encore prêts. Les agents de la CCEA n'ont pas terminé l'examen de l'analyse du premier système d'arrêt d'urgence (SDU1).

Recommandation 7

Ontario Hydro n'a pas encore soumis de document concernant les procédures d'intervention d'urgence hors du site pour ses centrales.

Recommandation 9

La réponse des trois titulaires de permis à cette recommandation est incomplète, notamment en ce qui concerne l'élaboration de plans de prévention des incendies et de mesures de protection du personnel contre les risques d'irradiation.

5. Références.

L1.1 Lettre d'Ontario Hydro : M. Irvine à M. Domaratzki, 1988.01.12, dossier 26-0-0-2-0, ISN : 156947.

L1.2 Annexes A et B au document L1.1 ci-dessus.

L1.3 Rapport TTR-224* d'ÉACL, vol. 1, pièce jointe à la lettre de M. Weeks à M. Ewing, 1989.04.25, dossier 26-1-12-3-4, ISN : 206867.

L1.4 Lettre d'Hydro-Québec : M. Ladouceur à M. Leblanc, 1989.01.23, dossier 26-1-10-0-0, ISN : 213456.

L1.5 Rapport TTR-224* d'Hydro-Québec concernant Gentilly 2, vol. 1, pièce jointe à la lettre de M. Ladouceur à M. Leblanc, 1989.05.04, dossier 26-1-10-0-0, ISN : 218627.

L1.6 Lettre d'Ontario Hydro : M. Franklin à M. Parsons, 1989.04.19, dossier 26-1-10-1-6.

L1.7 Lettre d'Ontario Hydro : M. McCredie à Schwarz, 1988.02.09, dossier 26-1-13-1-6.

L1.8 Lettre d'Ontario Hydro : M. Holt à M. Dunstan, 1988.07.26, dossier 26-1-7-1-6.

L1.9 Lettre d'Ontario Hydro : M. Dewar à M. Pannell, 1988.04.29, dossier 26-1-4-1-6.

L2.1 Pièce jointe à la lettre d'Ontario Hydro : M. Irvine à M. Domaratzki, 1988.01.12, dossier 26-0-0-2-0, ISN : 156947.

L2.2 Rehman, A.U. "Pickering NGS A: Effectiveness of the Shutdown System with Tilted Flux Shapes", Design and Development Report No. 87415, Ontario Hydro, 1987.12.01.

L2.3 "Analysis of Flux Tilt Impaired Shutdown for Reactors Other than Pickering A", document annexé à la lettre de M. Irvine à M. Domaratzki, 1988.03.29, dossier 11-13-0, ISN : 165180.

L2.4 Luxat, J.C. "Assessment of Functional Cross Links between Shutdown Systems", Design and Development Report No. 84387, Ontario Hydro, November 1984.

L2.5 Annexe C, "Pickering A Assessment of Functional Cross Links between the Reactor Regulating Systems and the SDS", pièce jointe au document L1.1.

L2.6 Lettre d'Ontario Hydro : M. Dewar à M. Tong, 1988.10.14, dossier 26-0-0-2-0, ISN : 186266.

---

* "Coulpled Neutronic - Thermalhydraulic Simulation of Large Loss of Coolant Accidnet Transients for CANDU 600", AECL Report No. TTR-224, vol. 1.

L2.7 Lettre d'Ontario Hydro : M. Irvine à M. Domaratzki, 1988.07.04, dossier 26-1-0-0-0, ISN : 176261.

L2.8 TTR-224*, vol. 2, pièce jointe à la lettre de M. Weeks à M. Lee, 1989.12.08, dossier 26-1-12-3-7, ISN : 245295.

L2.9 "Assessment of SDS1 Effectiveness for Large LOCA's Initiated from Off-Nominal Core Configurations involving Top to Bottom Flux Tilts", pièce jointe à la lettre de M. Weeks à M. Lee, 1989.12.08, dossier 26-1-12-3-7, ISN : 245294.

L2.10 Lettre d'Hydro-Québec : M. Ladouceur à M. Leblanc, 1989.12.23, dossier 26-1-10-0-0, ISN : 213456.

L2.11 TTR-224*, vol. 2, pièce jointe à la lettre de M. Ladouceur à M. Leblanc, dossier 26-1-10-0-0, ISN : 241234.

L3.1 Raina, V.J. "Pickering NGS A: An Assessment of the Frequency of Failure to Shutdown the Reactor", Design and Development Report No. 88139, Ontario Hydro, janvier 1988.

L3.2 Farooqui, M.Z. "Pickering NGS A: Shutdown System Impairment Envelope for Loss of Coolant Accidents", Design and Development Report No. 87883, Ontario Hydro, December 1987.

L3.3 Watt, L.J. "Effectiveness of Moderator Dump in Pickering A NGS", Design and Development Report No. 87442, Ontario Hydro, December 1987.

L3.4 Lettre d'Ontario Hydro : M. Irvine à M. Marchildon, 1988.01.09, et rapport d'Ontario Hydro intitulé "Analysis of the Consequences of Failure to Shutdown Following a large Loss of Coolant Accident in a Pickering A NGS Unit", October 1987.

L3.5 Lettre d'Ontario Hydro : M. Dewar à M. Pannell, 1988.04.19, avec, en annexe, le Design and Development Report No. 88080.

L4.1 Lettre d'Ontario Hydro : M. Horton à M. Domaratzki, 1988.01.15, dossier 26-0-0-2-0, ISN : 158345.

L4.2 Lettre de la Commission d'énergie électrique du Nouveau-Brunswick : M. McKenzie à M. Domaratzki, 1987.07.14, dossier 26-1-0-0-0, ISN : 139133.

L4.3 Lettre d'Hydro-Québec : M. Ladouceur à M. Domaratzki, 1987.07.14, dossier 26-0-0-2-0, ISN : 139392.

L5.1 Lettre d'Ontario Hydro : M. Horton à M. Domaratzki, 1987.07.14, dossier 26-0-0-2-0, ISN : 139972.

---

* "Coupled Neutronic - Thermalhydraulic Simulation of Large Loss of Coolant Accidnet Transients for CANDU 600", *Distorted Flux Distribution*, AECL Report No. TTR-224, vol. 2.

L5.2 Lettre de la Commission d'énergie électrique du Nouveau-Brunswick : M. McKenzie à M. Domaratzki, 1987.07.14, dossier 26-1-0-0-0, ISN : 139133.

L5.3 Lettre d'Hydro-Québec : M. Ladouceur à M. Domaratzki, 1987.07.14, dossier 26-0-0-2-0, ISN : 139392.

L6.1 "An Assessment of the Potential for Safety Systems to Be Disabled at Ontario Hydro's Nuclear Generating Stations", Ontario Hydro Report RMEP-IR-03501-1, November 1988.

L6.2 Pièce jointe à la lettre de la Commission d'énergie électrique du Nouveau-Brunswick : M. McKenzie à M. Domaratzki, 1987.07.14, dossier 26-1-0-0-0, ISN : 139133.

L6.3 Lettre d'Hydro-Québec : M. Ladouceur à M. Domaratzki, 1987.07.14, dossier 26-0-0-2-0, ISN : 139392.

L7.1 Lettre d'Ontario Hydro : M. Horton à MM. Harvie et Marchildon, 1988.08.29, dossier 26-0-0-2-0, ISN : 182129.

L7.2 Lettre d'Hydro-Québec : M. Ladouceur à M. Domaratzki, 1987.07.14, dossier 26-1-0-0-0, ISN : 139392.

L7.3 Lettre de la Commission d'énergie électrique du Nouveau-Brunswick : M. McKenzie à M. Domaratzki, 1987.07.14, dossier 26-1-0-0-0, ISN : 139133.

L9.1 "Assessment of the Fire Fighting Capability of Ontario Hydro's Nuclear Generating Station", Ontario Hydro Report RMEP-IR-08965-20, May 1988.

L9.2 Lettre de la Commission d'énergie électrique du Nouveau-Brunswick : M. Wilson à M. Ewing, 1989.02.18, dossier 26-1-12-1-6.

L9.3 Lettre d'Hydro-Québec : M. Ladouceur à M. Domaratzki, 1989.07.14, dossier 26-0-0-2-0, ISN : 139392